

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-275168

(43)Date of publication of application : 13.10.1998

(51)Int.Cl.

G06F 17/50

B23P 21/00

G06F 17/60

(21)Application number : 09-080290

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 31.03.1997

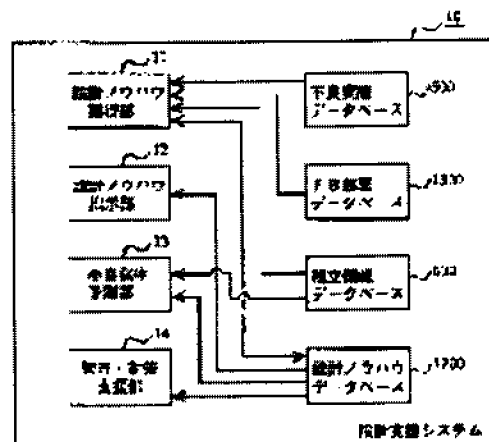
(72)Inventor : NOMOTO TAZU
KOBAYASHI HIDEAKI

(54) DESIGN SUPPORT METHOD AND SYSTEM THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily know how many defects by defect phenomena have occurred by providing a design know-how data base for holding design know-how data including characteristics of elements constituting a product, characteristic values of the characteristics, and the number of the occurring defects of the product by defect phenomena.

SOLUTION: A defeat result data base 500 holds defect result data and an assembly information data base 600 holds assembly information on a substrate. A design know-how data base 1200, on the other hand, holds design know-how and an FB department data base 1300 holds information regarding departments relating to defects. A design know-how acquisition part 11 refers to the defect result data base 600 and assembly information data base 600 to generate and store design know-how data. Then a defect occurrence prediction part 13 predicts the occurrence of a defect of a designed product on the basis of information stored in the design know-how data base. Further, a countermeasure support part 14 shows countermeasures on the basis of the information stored in the design know-how data base.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-275168

(43) 公開日 平成10年(1998)10月13日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

G 0 6 F 17/50

B 2 3 P 21/00

G 0 6 F 17/60

3 0 7

F I

G 0 6 F 15/60

B 2 3 P 21/00

G 0 6 F 15/21

15/60

6 0 8 A

3 0 7 Z

R

6 1 4 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平9-80290

(22) 出願日 平成9年(1997)3月31日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 野本 多津

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 小林 秀明

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 富田 和子

(54) 【発明の名称】 設計支援方法および設計支援システム

(57) 【要約】

【課題】設計ノウハウ、すなわち、過去に設計された製品における該製品または該製品を構成する各要素の特性および特性値と、その特性・特性値に関連して発生したと考えられる不良現象別不良発生件数とを、容易に知得する

【解決手段】製品を構成する要素（例えば、部品など）の特性および該特性の特性値と、該製品における不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを保持するための設計ノウハウデータベース1200を設ける。この設計ノウハウデータは、不良実績データベースと組立情報データベースとを参照することにより作成される。

図12(1)

	1201	1202	1203	1204	1200
	不良傾向ID	特性種別	データ1	データ2	
1210,1211	1	基板特性	特性名称 材質	特性値 X	
1210,1212	1	不良現象		不良現象 F2	
1210,1213	1	重要度	不良件数 30	母数 100	
	2	部品特性	特性名称 実装位置	特性値 L1	

(2)

	1201	1202	1203	1204	1200
	不良傾向ID	特性種別	データ1	データ2	
1210,1211	1	基板特性	特性名称 材質	特性値 X	
1210,1212	1	不良現象		不良現象 F2	
1210,1213	1	重要度	不良件数 30	母数 100	
1210,1214	1	対策	対策部署 設計2G	対策内容 均質実装	
	2	部品特性	特性名称 実装位置	特性値 L1	

【特許請求の範囲】

【請求項1】製品を構成する要素の特性および該特性の特性値と、該製品における不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを保持するための設計ノウハウデータベースを保持する情報処理システムであることを特徴とする設計支援システム。

【請求項2】請求項1記載の設計支援システムにおいて、上記設計ノウハウデータは、上記不良現象に対する対策を通知すべき関連部署に関する情報と、該不良現象に対する対策内容とを、さらに含むことを特徴とする設計支援システム。

【請求項3】請求項1記載の設計支援システムにおいて、製品を構成する要素ごとに、該要素の特性と、該特性の特性値とが少なくとも一組登録された製品ごとの組立情報を保持する組立情報データベースを、さらに保持することを特徴とする設計支援システム。

【請求項4】請求項3記載の設計支援システムにおいて、発生した不良ごとに、該不良の現象と該不良の発生した要素の情報とが登録された不良実績情報を少なくとも一つ保持する不良実績データベースと、

上記不良実績データベースおよび上記組立情報データベースとを参照して、上記設計ノウハウデータを作成し、上記設計ノウハウデータベースに格納する設計ノウハウ獲得部とをさらに備え、

上記設計ノウハウ獲得部は、上記不良実績データベースを参照し、上記不良発生要素ごとに、上記不良現象ごとの不良発生件数を集計し、上記不良発生要素情報と、該要素に発生した不良現象別不良発生件数とを保持する第1のレコードを作成する第1の手段と、

上記組立情報データベースを参照し、上記不良発生要素に対応する上記特性値を検出して、上記第1のレコードに、該特性値を付加して第2のレコードとする第2の手段と、

上記第2のレコードのうち、上記不良現象の組合せが共通または類似するレコードをグルーピングし、該グルーピングした第2のレコードにおける不良現象別不良発生件数を集計して、該グルーピングした第2のレコードに共通する上記特性値を抽出し、該抽出した特性値と、上記集計した不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを作成し、設計ノウハウデータベースに格納する第3の手段とを備えることを特徴とする設計支援システム

【請求項5】請求項3記載の設計支援システムを用いた設計支援方法であって、

上記不良実績データベースを参照し、上記不良発生要素

記不良発生要素情報と、該要素に発生した不良現象別不良発生件数とを保持する第1のレコードを作成する第1のステップと、

上記組立情報データベースを参照し、上記不良発生要素に対応する上記特性値を検出して、上記第1のレコードに、該特性値を付加して第2のレコードとする第2のステップと、

上記第2のレコードのうち、上記不良現象の組合せが共通または類似するレコードをグルーピングし、該グルーピングした第2のレコードにおける不良現象別不良発生件数を集計して、上記グルーピングした第2のレコードに共通する上記特性値を抽出し、該抽出した特性値と、上記集計した不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを作成し、設計ノウハウデータベースに格納する第3のステップとを備えることを特徴とする設計支援方法。

【請求項6】請求項5に記載の設計支援方法において、上記第3のステップにおける、上記第2のレコードのグルーピングは、

上記第2のレコードに含まれる不良現象別不良発生件数を変数として、該第2のレコード間、該第2のレコードと上記グルーピングされた第2のレコード群との間、または、上記グルーピングされた第2のレコード群間の論理的距離を算出し、該距離が所定の閾値より短い上記第2のレコードまたは上記第2のレコード群をグルーピングすることにより行なわれることを特徴とする設計支援方法。

【請求項7】請求項5に記載の設計支援方法において、上記第3のステップにおける、上記第2のレコードに共通する特性値の抽出は、

当該特性値の登録された上記第2のレコードの数の、上記グルーピングされた第2のレコード群の総数に対する割合が、あらかじめ定められた値以上より大きい特性値を抽出することであることを特徴とする設計支援方法。

【請求項8】請求項1記載の設計支援システムを用いた設計支援方法であって、

要素の特性および特性値の入力を受け付けるステップと、

上記設計ノウハウデータベースを検索して、上記入力された特性および特性値と同じ特性および特性値を含む上記設計ノウハウデータを検出するステップと、

上記検出した設計ノウハウデータの内容を出力するステップとを備えることを特徴とする設計支援方法。

【請求項9】上記関連部署の情報処理システムに、通信回線を介して接続された、請求項2記載の設計支援システムを用いた設計支援方法であって、上記設計ノウハウデータの内容を、該設計ノウハウデータに含まれる上記関連部署の上記情報処理システムに、上記通信回線を介して転送することを特徴とする設計支

【請求項10】請求項3記載の設計支援システムを用いた設計支援方法であって、

上記設計ノウハウデータベースに保持された設計ノウハウデータごとに、処理対象の製品の要素のうち、上記組立情報データベースに保持された該要素の特性および特性値が、上記設計ノウハウデータに含まれる上記要素の特性および特性値と一致する要素を検出するステップと、

上記一致する要素が検出された設計ノウハウデータの内容を出力するステップとを備えることを特徴とする設計支援方法。 10

【請求項11】設計対象製品を構成する要素の操作指示の人力を受け付ける手段と、該指示された操作を実行する手段とを備えるCADシステムにおいて、

製品を構成する要素の特性および該特性の特性値と、該製品における不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを保持する設計ノウハウデータベースと、上記要素ごとに、該要素の特性および該特性の特性値を保持する部品データベースと、

上記設計ノウハウデータベースを検索して、上記操作が指示された要素の特性および特性値と一致する特性および特性値を含む上記設計ノウハウデータを検出し、該検出した設計ノウハウデータの内容を出力する手段とを、さらに備えることを特徴とするCADシステム。 20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、設計方法が適切でないことが原因となって発生する製造不良を防止するための設計支援方法および設計支援システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、製造不良に対して、製造工程全般にわたり該当不良製品の製造条件をヒアリングあるいは、書類に基づき調査し、原因を分析、類推していた。この製造不良は、各装置に設定した製造条件、作業環境等、製造方法に起因するもの（以下、製造要因の製造不良と呼ぶ）と、製品の材質・形状、部品の種類・形状・取付位置等、使用部品の選定も含めた設計方法に起因するもの（以下、設計要因の製造不良と呼ぶ）とが相互に影響して発生している。

【0003】このうち、製造要因の製造不良においては、特開平7 114601号公報に記載の製造不良解析システム、方法およびこれに関連したデータベースの生成方法において、製造工程の解析専門家の知識を蓄積したチェック項目データベースを用いて、不良原因を自動推定することにより、不良発生後、即座に対策を行うことが可能である。設計要因の製造不良においても、チェック項目データベースにその解析方法が記述されていれば、同様に対策を行うことが可能である。 40

【0004】また、LSIのパターンデータの中から製

デバイス特性上加工精度が要求されるパターン配置等が存在する領域を抽出する、特開平5 47882号公報に記載のLSIパターン診断システムでは、パターン設計者がLSIの不良事例の重要度を指定することにより、不良事例のあるパターンデータを抽出する方法が述べられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】設計要因の製造不良を含んだ製品は、初期立ち上げ時の生産性が極めて悪く、多くの製造不良を生み出す。設計要因の製造不良への対策を行い、初期不良を低減するためには、製造工程管理者が、製造不良データの中から設計要因の製造不良を分析・抽出して、設計に不良対策指示を行わなければならない。しかし、初期立ち上げ時の製造工程管理者の業務は、製造不良への対応の他に、部品の管理や設計変更時の装置の動作チェック、作業員への作業指示等、立ち上げ時に発生する広汎な問題全てへの対応が短期間で要求されるものが山積している。従って、製造工程管理者が設計要因の製造不良を分析・抽出することは、製造不良データと図面との突き合わせ等、多大の時間、工数を要するだけでなく、その具体的手段が不明確であり、実施が困難である。

【0006】そこで、本発明では、設計ノウハウ、すなわち、過去に設計された製品における該製品または該製品を構成する各要素の特性および特性値と、その特性・特性値に関連して発生したと考えられる不良現象別不良発生件数とを、容易に知得することができる設計支援方法および設計支援システムを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では、製品を構成する要素（例えば、部品など）の特性および該特性の特性値と、該製品における不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを保持するための設計ノウハウデータベースを保持する情報処理システムである設計支援システムが提供される。ここで、設計ノウハウデータは、不良現象に対する対策を通知すべき関連部署に関する情報と、該不良現象に対する対策内容とを、さらに含むことが望ましい。

【0008】なお、上述の特開平5 47882号公報に記載のLSIパターン診断システムでは、パターン設計者がLSIの不良事例の重要度を指定することができれば、LSIのパターンデータの中から製造プロセス上不良発生頻度の高いパターン配置あるいはデバイス特性上加工精度が要求されるパターン配置等が存在する領域を抽出することが可能である。しかし、設計者は設計要因の製造不良を低減するための設計ノウハウを十分持っていないため、設計要因の製造不良が発生する可能性を含んだ製品を繰返し設計するが多い。その設計者に、

【0009】しかし、本発明では、設計ノウハウデータに不良発生件数が含まれている。この不良発生件数またはそれから求められる指数（例えば、不良件数を不良事例数などの母数で割って求められる不良発生率など）は、該不良現象の重要度として用いることができる。

【0010】本発明の設計支援システムは、製品を構成する要素ごとに、該要素の特性と、該特性の特性値とが少なくとも一組登録された製品ごとの組立情報を保持する組立情報データベースを、さらに保持することが望ましい。この場合、本発明の設計支援システムは、発生した不良ごとに、該不良の現象と該不良の発生した要素の情報とが登録された不良実績情報を少なくとも一つ保持する不良実績データベースと、この不良実績データベースおよび組立情報データベースとを参照して、設計ノウハウデータを作成し、設計ノウハウデータベースに格納する設計ノウハウ獲得部とをさらに備えることが望ましい。この設計支援システムによれば、容易に設計ノウハウデータベースを構築することができる。

【0011】なお、ここで設計ノウハウ獲得部は、不良実績データベースを参照し、不良発生要素ごとに、不良現象ごとの不良発生件数を集計し、不良発生要素情報と、該要素に発生した不良現象別不良発生件数とを保持する第1のレコードを作成する第1の手段と、組立情報データベースを参照し、不良発生要素に対応する特性値を検出して、第1のレコードに、該特性値を付加して第2のレコードとする第2の手段と、この第2のレコードのうち、上記不良現象の組合せが共通または類似するレコードをグルーピングし、該グルーピングした第2のレコードにおける不良現象別不良発生件数を集計して、このグルーピングした第2のレコードに共通する特性値と、該集計した不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを作成し、設計ノウハウデータベースに登録する第3の手段とを備える。

【0012】また、本発明では、この請求項3記載の設計支援システムを用いて、上述の第1～第3の手段により設計ノウハウデータベースを構築するステップを備える設計支援方法が提供される。

【0013】なお、第2のレコードのグルーピングは、例えば、第2のレコードに含まれる不良現象別不良発生件数を変数として、該第2のレコード間、該第2のレコードと上記グルーピングされた第2のレコード群との間、または、グルーピングされた第2のレコード群間の論理的距離を算出し、該距離が所定の閾値より短い上記第2のレコードまたは上記第2のレコード群をグルーピングすることにより行なうことができる。

【0014】さらに、本発明では、上述の設計ノウハウデータベースを備える設計支援システムを用いた設計支援方法として、要素の特性および特性値の入力を受け付けるステップと、設計ノウハウデータベースを検索し

値を含む設計ノウハウデータを検出するステップと、検出した設計ノウハウデータの内容を出力するステップとを備える設計支援方法が提供される。この設計支援方法によれば、これから設計しようとする製品の要素の特性・特性値を入力することにより、その製品に類似するすでに製品化済の製品に関する設計ノウハウを、容易に知得することができる。

【0015】また、関連部署の情報処理システムに、通信回線を介して接続された、上述の関連部署および対策内容を含む設計ノウハウデータを保持する設計ノウハウデータベースを備える設計支援システムを用いた設計支援方法として、設計ノウハウデータの内容を、該設計ノウハウデータに登録された関連部署の情報処理システムに、通信回線を介して転送する設計支援方法が提供される。この方法によれば、対策をとるべき部署に、容易かつ速やかに、不良現象、対策内容などを通知することができる。

【0016】また、本発明では、上述の組立情報データベースと設計ノウハウデータベースとを備える設計支援システムを用いた設計支援方法として、設計ノウハウデータベースに保持された設計ノウハウデータごとに、処理対象の製品の要素のうち、組立情報データベースに保持された該要素の特性および特性値が、該設計ノウハウデータに含まれる要素の特性および特性値と一致する要素を検出するステップと、一致する要素が検出された設計ノウハウデータの内容を出力するステップとを備える設計支援方法が提供される。この方法によれば、過去に製品化された類似の製品における不良現象および不良件数を表示されるので、製品の設計後に、設計した製品における不良の発生を、容易に予測することができる。

【0017】さらに、本発明では、設計対象製品を構成する要素の操作指示の入力を受け付ける手段と、該指示された操作を実行する手段とを備えるCAD（計算機援用設計）システムであって、製品を構成する要素の特性および該特性の特性値と、該製品における不良現象別不良発生件数とを含む設計ノウハウデータを保持する設計ノウハウデータベースと、要素ごとに、該要素の特性および該特性の特性値を保持する部品データベースと、設計ノウハウデータベースを検索して、操作が指示された要素の特性および特性値と一致する特性および特性値を含む設計ノウハウデータを検出し、該検出した設計ノウハウデータの内容を出力する手段とを、さらに備えるCADシステムが提供される。このCADシステムによれば、設計中に、用いる部品に応じた設計ノウハウデータを参照することができるため、設計段階で、設計に起因する不良を回避することが容易にできる。

【0018】

【発明の実施の形態】

<実施例1>以下、本発明の設計ノウハウ獲得方法、設

策支援方法を用いた設計支援システムの実施例として、プリント板の実装において発生する製造不良の回避のための設計支援システムについて説明する。

【0019】A. 適用対象ライン

始めに、図3を用いて、本実施例の適用されるプリント板実装ラインについて説明する。本実施例で処理対象としたプリント板実装ラインは、印刷機、実装機、挿入機、リフローはんだ装置、フローはんだ装置等の製造装置と、外観検査装置、インサーキットテスタ、ファンクションテスタ等の検査装置、はんだ修正工程、目視検査工程、後付け修正工程等の人手による工程から構成される。

【0020】基板は、先頭工程から投入され、印刷機によりはんだペーストが基板上に塗られ（工程1）、実装機により部品が搭載され（工程2）、リフローはんだ装置により、はんだペーストが融解されて部品と基板とが電気的に接続される（工程3）。外観検査装置では、はんだの状態を検査し、はんだ不足、はんだブリッジ、あるいははんだ過剰、等のはんだ付けの不良及び、部品の搭載位置ずれ、極性相違（逆付）等の組込不良が検出さ

表1

不良現象	不良原因	
	設計	部品間隔
ブリッジ		はんだ種類
	製造	マスク穴が大きい
		リフロー温度が低い
		はんだ塗布量
		コンベア速度が早い
		⋮
⋮		
未はんだ		
ショート		
オープン		
極性相違		
部品欠品		
リード曲がり		

【0023】不良現象には、その現象を引き起こした直接の原因が製造側にある場合でも、真の原因は設計の側にあるもの、すなわち、製造しにくい設計が要因となって製造側で不良の発生原因を生じさせ、当該不良が誘発されるものもある。このような不良を回避するためには、設計側で決定される製品の特性（すなわち、製品（本実施例では基板にあたる）の形状、材質、使用部品、使用部品の形状、実装位置）ごとに不良の発生傾向

*れる（工程4）。はんだ修正工程では、外観検査装置で発見された不良、あるいは、後述の目視検査工程等で発見された不良の修正、即ち、部品の付替、はんだの付け直し等が、修正作業担当者により行われる（工程5）。つぎに、挿入機により挿入部品が搭載され（工程6）、フローはんだ装置によりはんだ付けされた後（工程7）、作業担当者の手作業による部品の搭載が行なわれる（工程8）。つぎの目視検査工程では、検査者によりはんだ付けの不良及び組込不良の有無が検査される（工程9）。後付け修正工程では、目視検査工程で発見された不良の修正と、人手実装部品の、搭載及びはんだ付けが行われる（工程10）。インサーキットテスタでは、はんだブリッジ、ショートオープン、実装部品の良否等が判定され（工程11）、ファンクションテスタでは機能ごとにテストが行われる（工程12）。

【0021】本実施例において処理対象としている実装工程における不良とその発生原因とには、表1に示すようなものがある。

【0022】

【表1】

はその不良が多発している製品特性値を回避するように、不良発生傾向を設計者に指示する必要がある。

【0024】そこで本実施例では、上記外観検査装置（工程4）、あるいは目視検査工程（工程9）、インサーキットテスタ（工程11）、ファンクションテスタ（工程12）から不良実績（不良発生基板、不良発生部品、不良位置、不良内容等）を収集し、その不良発生傾向を抽出し、製造不良防止のための設計ノウハウとし

る。

【0025】B. システム構成

本実施例の設計支援システムの機能構成を、図1に示す。本実施例の設計支援システム10は、不良実績データを保持する不良実績データベース500と、基板の組立情報を保持する組立情報データベース600と、設計ノウハウを保持するための設計ノウハウデータベース1200と、不良に関連する部署に関する情報を保持するFB部署データベース1300と、不良実績データベース500と、組立情報データベース600とを参照して設計ノウハウデータを作成し、設計ノウハウデータベースに格納する設計ノウハウ獲得部11と、設計ノウハウデータベースに蓄積された情報を提示する設計ノウハウ提示部12と、設計ノウハウデータベースに蓄積された情報をもとに、設計された製品の不良の発生を予測する不良発生予測部13と、設計ノウハウデータベースに蓄積された情報をもとに、対策を提示する管理・対策支援部14とを備える。

【0026】本実施例において用いた設計支援システム10は、図2に示すように、上記各データベース500、600、1200、1300や、部品抽出条件式等を保持する外部記憶装置（本実施例では、磁気ディスク装置）201と、各部11～14を実現するための各種演算を行う処理装置202と、フロッピーディスク入力装置203と、補助入力装置（本実施例ではキーボードおよびマウス）204と、画像表示装置206と、補助出力装置（本実施例ではプリンタ）205とを備える情報処理システムである。処理装置202は、主記憶装置（図示せず）および中央演算処理装置（図示せず）とを備える情報処理装置である。

【0027】設計ノウハウ獲得部11、設計ノウハウ提示部12、不良発生予測部13、および、管理・対策支援部14は、外部記憶装置201にあらかじめ保持され、実行時に処理装置202の主記憶装置に読み込まれたプログラムを、処理装置202の中央演算処理装置が実行することにより実現されるが、本発明はこのようなソフトウェアによる手段に限られず、例えば、この獲得方法を実行するハードワイヤードロジックを含む特定のハードウェア装置、あるいはプログラムされた汎用情報処理装置と特定のハードウェア装置との組合せによって実現されてもよい。以下に、各部11～14における処理の概要について説明する。なお、本実施例では、各部11～14が一つの処理装置202により実現されるが、本発明はこれに限られず、各部11～14が、それぞれ一つの独立した処理装置により実現されてもよい。また、各部11～14のすべてを備えていなくてもよく、例えば、設計ノウハウ獲得部11および設計ノウハウ提示部12、設計ノウハウ獲得部11および不良発生予測部13、設計ノウハウ獲得部11および管理・対策

～14により設計支援システムを構成してもよい。

【0028】C. 設計ノウハウ獲得処理

設計ノウハウ獲得部11の処理手順を、図4に示す。設計ノウハウ獲得部11は、不良実績データベース500および組立情報データベース600から、不良実績と組立情報とを読み込み（ステップ101、102）、製品の特性（すなわち部品特性および基板特性）ごとに不良発生傾向を抽出し（ステップ103）、設計ノウハウデータを生成して、設計ノウハウデータベース1210に格納することにより、本発明の設計ノウハウ獲得方法が実現される。以下、各ステップの処理内容を詳述する。

【0029】（1）ステップ101

設計ノウハウ獲得部11は、磁気ディスク装置201に保持された不良実績データベース500から、不良実績データ（図5）を読み込む。不良実績データは、図5に例示するように、不良の発生ごとに、組図番号501およびシリアル番号502と、検査工程で不良とみなされた不良部品名503、不良部品が基板に実装されている位置を表す実装位置504、不良部品を発見した検査工程505、不良部品を発見した日時である発見日506、不良部品の不良内容を表す不良現象507、不良原因508、および、その原因である確率（百分率で算出）509とを備える。本実施例では、これらのデータは、不良実績データベース500にあらかじめ不良の発生ごとに登録されているが、不良原因が未解析の場合、不良原因508および原因確率509は未登録でもよい。

【0030】（2）ステップ102

つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、ステップ101にて読み込んだ、組図番号501に対応して組立情報データベース600に保持された組立情報を読み込む。組立情報は、図6に示すように、設計情報から得られる、組立に必要な基板に関する情報と実装される部品の情報とからなる。基板に関する情報としては、組図番号601と、基板の種類を表す基板名602と、基板の材質603と、基板サイズ604と、実装される部品数605とがある。実装される部品の情報としては、使用部品名606と、使用部品の種類を表す部品種607と、基板に実装される位置を表す実装位置608と、実装する工程609と、実装する面610と、実装する部品の方向を表す実装方向611と、極性の有無を表す極性612と、部品の形状のタイプ及び寸法を表す部品形状613とがある。なお、ここで部品形状記憶領域613に保持される「部品の形状のタイプ」としては、図7に示すように、形状のタイプに応じてあらかじめ定められた番号が用いられる。

【0031】（3）ステップ103

続いて、設計ノウハウ獲得部11は、ステップ102において読み込んだ組立情報を基に、ステップ101にお

実施例では、基板の材質、部品の種類・実装密度・実装位置等の基板・部品特性)ごとの不良発生傾向を抽出する。このステップ103における処理の流れを図8に示す。

【0032】ステップ103において、設計ノウハウ獲得部11は、まず、不良実績データから、不良現象別の不良件数を集計し、不良件数テーブル900を作成する(ステップ801)。ここで集計される不良件数は、図9に示すように、不良現象ごと、および、不良実績データの集計最小単位(ここで示した例では部品)ごとの、配列の形式で保持される。なお、図9において、 B_i は部品を、 F_j は不良現象を、 C_{ik} は部品 B_i における不良現象 F_j の発生件数を、それぞれ示す。すなわち、この例では、行ごとに、異なる部品が、列ごとに、異なる故障現象が、それぞれ表されている。

【0033】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、ステップ101で読み込んだ不良実績データに、不良原因508と、その原因である確率509とが登録されている場合、その原因が製造要因であれば、不良件数 C_{ik} をそ*

$$\{B_i \mid \max(C_{ik}) \geq \mu, (k=1, \dots, m)\} \quad \dots (数1)$$

【0037】ここで μ は、下記数式(数2)により求められる。

$$\mu = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \max\{C_{ik}, (k=1, \dots, m)\} \quad \dots (数2)$$

【0039】本実施例では、条件式として、磁気ディスク装置201にあらかじめ保持されている式を用いる。従って、この磁気ディスク装置201に保持された式を変更することにより、容易に抽出のための条件式を変更することができる。処理対象は、その時の不良の発生件数や製品により異なることがあるため、その抽出の条件式は、本実施例のように自由に設定できるようにしておくことが望ましい。なお、不良現象の全てを設計にフィードバックしたいのであれば、このステップ803は行わなくてもよい。

【0040】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、階層的クラスタ分析手法(すなわち、類似するデータを一つのグループ(クラスタ)にすることにより、データを分類する手法)を用い、不良発生傾向の類似した部品のグルーピング(クラスタリング)を行い、グルーピングされた部品の不良現象別不良件数 C_{ik} を、不良現象ごとに

*の確率分だけ削減し、新たに C_{ij} として不良件数テーブル900に格納する(ステップ802)。このステップは、製造要因と設計要因とが絡み合っている不良の件数を、製造要因の確率の分だけ減らすことにより、設計要因の製造不良件数を抽出することを目的としている。

【0034】以上により不良発生件数 C_{ij} が確定するので、つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、つぎのステップ803~805の処理を、基板種ごとに行う。

【0035】まず、設計ノウハウ獲得部11は、抽出の条件式を磁気ディスク装置201から読み出し、その条件式により、部品不良が多発している部品(B_i)を抽出する(ステップ803)。すなわち、条件式を満たす不良現象のみを、設計にフィードバックするための検討対象とし、この条件を満たさない不良現象については、以降の処理対象としない。本実施例では、つぎの数式(数1)を、条件式として用いた。

【0036】

【数1】

※【0038】

※【数2】

加算する(ステップ804)。

【0041】階層的クラスタ分析のためには、(1)2つのデータ間の近さを表す類似度の算出方法、(2)既存のクラスタと新規のクラスタとの類似度の算出方法、(3)クラスタリング終了の指標(クラスタ数、(2)のしきい値等)が必要である。本実施例では、(1)としてマハラノビスの2乗距離法を用い、(3)の指標には、所定のしきい値を用いる。(2)には最長距離法、群間平均法、群内平均法等があるが、何れの方法でもよく、本実施例では、群間平均法を用いた。

【0042】なお、 B_i と B_j のマハラノビスの2乗距離 $d_{(ij)}$ は、つぎの数式(数3)により算出される。本実施例では、この $d_{(ij)}$ が最も近い B_i 、 B_j ($i, j=1, \dots, m$)をグルーピングして新しいクラスタとする。

【0043】

【数3】

$$d_{B_i, B_j} = \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^n (C_{ik} - C_{jk}) W^{kh} (C_{ih} - C_{jh}) \quad \dots (数3)$$

ここで、

$$W^{kh} = \frac{1}{n-1} \sum_{a=1}^m (C_{ak} - \mu_{Fk})(C_{ah} - \mu_{Fh})$$

$$\mu_{Fk} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m C_{ik}$$

$$\mu_{Fh} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m C_{jh}$$

であり、

W^{kh} は $\{W^{kh}\}$ の逆行列の k, h 要素である。

【0044】また、(3)の指標には、あらかじめ定められたしきい値 L を用いる。すなわち、設計ノウハウ獲得部11は、つぎの条件式(数4)を満たすクラスタ G_i と G_j とをグルーピングする。式(数4)において、 L は定数である。設計ノウハウ獲得部11は、この条件式(数4)を満たすクラスタが無くなった時点で、グルーピングを終了し、不良現象別不良件数 C_{ij} の集計を行なう。

【0045】

【数4】

$$E_{G_i G_j} < L \quad \dots (数4)$$

【0046】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、ステップ804においてグルーピングした部品群ごとに、共通する部品特性を抽出し、部品特性別不良発生傾向テーブル1020(図10に図示)を作成する(ステップ805)。すなわち、設計ノウハウ獲得部11は、まず図10(a)に示すように、グループごとに、該グループを構成する部品ごとの部品特性と不良現象別不良件数とを保持する部品別不良件数テーブル1010を作成し、つぎにこれを編集して、図10(b)に示すような、

「グループごとの不良発生傾向データ(すなわち、部品特性と不良件数とを対応付けた情報)」を保持する、グループ別不良発生傾向テーブル1020を作成する。なお、ここで、部品特性とは、部品種、実装位置、サイズ等を表す。本実施例では、抽出された部品特性ごとの不良現象別不良件数が、ステップ803で用いた値 μ 以上の不良現象を、その特性が起因して発生する傾向のある不良として、後続する処理の対象とし、 μ 未満の不良現象は、処理対象から除外した。

【0047】ここで、図10に示した編集例について説明しておく。基板種 α を構成する部品 $B_1 \sim B_4$ が、ステ

01と、部品 B_1 および B_4 のグループ1002との2つの部品群にグルーピングされたとする。グループ1001の部品 B_1 は、部品種 A_1 、実装位置 L_1 、サイズ S_1 という部品特性を持つ。同グループの部品 B_4 は、部品種 A_1 、実装位置 L_1 、サイズ S_1 という部品特性を持つ。従って、設計ノウハウ獲得部11は、図10(a)に示すような部品不良件数テーブル1010を作成する。

【0048】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、この部品不良件数テーブル1010を編集し、各グループごとに、該グループを構成する部品に共通する部品特性を抽出し、図10(b)に示すようなグループ別不良発生傾向テーブル1020を作成する。この図10(b)に示したグループ別不良発生傾向テーブル1020は、これらの不良発生傾向を保持するテーブルであり、基板種ごとに作成される。

【0049】図10(a)に示した例では、グループ1001を構成する部品 B_1 および B_4 に共通な部品特性は、部品種 A_1 および実装位置 L_1 である。このことから、グループ1001に対して、「部品種 A_1 、実装位置 L_1 に不良 F_1 、 F_2 が発生している」という部品特性ごとの不良発生傾向が得られる。同様に、グループ1002については「不良 F_3 が発生している」という部品特性ごとの不良発生傾向が得られる。なお、グループ1002のように共通する部品特性が無い場合も、「部品特性に関係なく不良 F_3 が発生している」という解釈をすることで、部品特性ごとの不良発生傾向と考えることができる。

【0050】なお、本実施例では、グループを構成するすべての(すなわち100%の)部品に共通する部品特性が抽出されるが、抽出される部品特性の共通する部品の割合は、100%でなくてもよい。例えば、磁気ディ

き、ある部品特性を有する部品の数の、グループを構成する部品の総数に対する割合が、この「共通割合」以上であれば、当該部品特性を、「グループを構成する部品に共通する部品特性」として抽出するようにしてもよい。

【0051】以上のステップ803～805により、基板種ごとにグループ別不良発生傾向テーブル1020が作成されたので、つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、得られた基板種ごとのグループ別不良発生傾向テーブル1020を編集し、基板特性別不良発生傾向テーブル1100（図11に図示）を作成する（ステップ806）。すなわち、設計ノウハウ獲得部11は、ステップ805において基板種ごとに編集された不良発生傾向テーブル1020を参照し、該テーブル1020の各行に保持された「部品特性ごとの不良発生傾向データ（すなわち、部品特性と不良現象別不良件数とを示すデータ）」のうち、不良現象およびその組合せが同一のものをあわせて、1つの「基板・部品特性ごとの不良発生傾向データ」を作成する。ここで、基板特性とは、材質、実装密度、サイズ等である。なお、この「基板・部品特性ごとの不良発生傾向データ」は、グループ番号と、部品特性と、不良現象別不良件数と、基板特性とを含む。

【0052】このステップ806における編集の例を、図11を用いて説明する。ここで用いている例では、上述のように、基板種 α の不良現象は、グループ1001および1002にグルーピングされ、それぞれのグループの「部品特性ごとの不良発生傾向」データは、図10に図示した部品特性別不良発生傾向テーブル1020に保持されている。設計ノウハウ獲得部11は、図11（a）に示すように、このテーブル1020に、さらに基板種 α の基板特性に関する情報を追加し、基板特性別不良発生傾向テーブル1100を作成する。

【0053】ここで、基板種には α の他に β もあり、基板種 β の不良現象は、グループ1101および1102があるとする、この基板種 β についても、設計ノウハウ獲得部11は、図11（b）に示すように、ステップ805において作成したテーブル1020に、さらに基板種 β の基板特性に関する情報を追加し、基板特性別不良発生傾向テーブル1100を作成する。

【0054】このようにして、すべての基板種についての基板特性別不良発生傾向テーブル1100を作成した後、設計ノウハウ獲得部11は、図11（c）示すように、編集処理する。すなわち、設計ノウハウ獲得部11は、不良現象およびその組合せが同一の行をグルーピングして、グルーピングした行に共通する基板特性をそのデータの基板特性とし、グルーピングした行に共通する部品特性をそのデータの部品特性とし、グルーピングした各行の、ステップ805にて抽出された不良現象の不良件数 C_{ij} を不良現象ごとに加算して、不良現象の不良

品特性ごとの不良発生傾向データ」とする。

【0055】例えば、図11に示した例では、設計ノウハウ獲得部11は、まず、各基板種のテーブルを合わせて一つのテーブルとした後、不良現象が共通する行を検索する。図11（a）および（b）の各行のうち、不良現象が共通する行は、グループ1002およびグループ1102である。そこで、設計ノウハウ獲得部11は、これらの行をまとめて一行（図11（c）の行1110）にする。

【0056】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、その行1110の不良現象別不良件数の格納領域1130の、共通する不良現象の欄に、各グループにおける該不良現象の件数を合計した値を格納する。ここで用いている例では、グループ1002および1102に共通する不良現象は「F」のみであり、この不良現象の件数は、いずれのグループにおいても「10」であることから、合計の「20」が、行1110の不良現象別不良件数格納領域1130の不良現象「F」の欄1131に格納される。

【0057】続いて、設計ノウハウ獲得部11は、グループ1002および1102の基板特性をお比較し、共通する特性（ここで用いている例では、材質「X」）を抽出し、行1110の基板特性格納領域1140に格納する。最後に、グループ1002および1102には、共通する部品特性がないことから、設計ノウハウ獲得部11は、行1110の部品特性格納領域1120に空白を格納する。

【0058】これにより、「材質Xに不良Fが発生している」という一つの「基板・部品特性ごとの不良発生傾向」が生成されたことになる。なお、グループ1001または1101の不良現象およびその組合せに共通するグループはないため、図11（a）および（b）の各行に保持された内容が、そのまま維持される。以上の処理により、この例では3つの基板・部品特性ごとの不良発生傾向データが抽出されたことになる。

【0059】なお、本実施例では、基板特性の抽出においても、グループを構成するすべての（すなわち100%の）基板に共通することを条件としているが、部品特性の抽出の場合と同様、ある基板特性の登録された行数の、グループを構成する全行数に対する割合が、あらかじめ登録された値以上であれば、当該基板特性を、グループを構成する行に共通する基板特性として抽出するようにしてもよい。

【0060】（4）ステップ104
以上により「基板・部品特性ごとの不良発生傾向データ」が抽出されたので、つぎに設計ノウハウ獲得部11は、この「基板・部品特性ごとの不良発生傾向データ」を、設計ノウハウデータとして、設計ノウハウデータベース1200に蓄積する。

(1) に示すように、不良傾向ID(識別子)格納領域1201と、基板特性、部品特性、不良現象、重要度の識別を保持するための特性種別格納領域1202と、データ1の格納領域1203と、データ2の格納領域1204とを備え、各行1210をそれぞれ1レコードとする。設計ノウハウデータは、このデータベース1200*

表2

特性種別	データ1	データ2	備 考
基板特性	特性名称	特性値	
部品特性	特性名称	特性値	
不良現象	——	不良現象	
重要度	不良件数	母数	母数：全不良数等

【0063】図12(1)の例では、不良傾向IDが「1」の設計ノウハウデータは、基板特性の特性名称「材質」の特性値が「X」であるとするレコード1211と、不良現象が「F」であるとするレコード1212と、重要度が30%(母数100に対して不良件数が30件)であるとするレコード1213とからなる。これは、「基板の材質Xに不良Fが発生していて、その重要度は30%である」と解釈される。ここで、重要度とは、各々の「基板・部品特性ごとの不良発生傾向の持つ不良現象の不良件数C」を合計を、ステップ101にて読み込んだ不良実績データの総不良数で除算し、百分率に換算した値である。重要度が大きいほど、そのデータは製造不良を防止するために有用なデータであることを表す。

【0064】以上の処理により生成された設計ノウハウデータベース1200には、基板・部品の特性と、発生する不良およびその確率との関連を示す情報である設計ノウハウデータが蓄積されている。従って、基板の次回設計時に、このデータベース1200を参照することにより、設計対象の基板と類似した基板・部品特性に関する設計ノウハウ(不良発生傾向データ)を得ることができるため、これを設計に役立てることができる。

【0065】例えば、図11(c)に示した、グループ1001に対する「基板の材質X、実装密度90、サイズK」の部品種A、実装位置Lに不良F₁、F₂が発生している」という不良発生傾向データは、その内容を維持したまま、設計ノウハウデータとして設計ノウハウデータベース1200に蓄積される。そこで、次回設計時には、この蓄積された設計ノウハウデータを参照することにより、設計時に部品種Aを実装する位置をLにすると、不良F₁、F₂が発生する可能性が有るので、他

*に格納されたレコードのうち、不良傾向IDが同一のレコードの集合である。なお、データ1とデータ2に格納される情報は、特性種別に、つぎの表2ようになる。

【0062】

【表2】

とができるため、本実施例の設計ノウハウ獲得方法により獲得・蓄積された設計ノウハウは、製造不良を防止するために有効である。

【0066】なお、設計ノウハウデータを構成するレコードとして、図12(2)に示すように、対策に関するレコード1214(すなわち、特性種別格納領域1202に、「対策」を保持し、データ1格納領域1205に対策部署を、データ2格納領域1206に対策内容を、それぞれ保持するレコード)を追加してもよい。

【0067】ここで、対策内容とは、上記の「設計時に部品種Aを実装する位置をLにすると、不良F₁、F₂が発生する可能性が有るので、他の位置に実装する」という設計ノウハウにおける、「他の位置に実装する」に相当する。「基板・部品ごとの不良発生傾向」だけでは対策内容がわからない若年設計者を支援するためには、このように対策内容を付加することが望ましい。

【0068】設計ノウハウデータへの対策レコードの付加方法例を図13に示す。対策レコードの付加が指示されると、まず、設計ノウハウ獲得部11は、ステップ104により作成された設計ノウハウデータベース1200を、磁気ディスク装置201から読み込み(ステップ1301)、付加する対策レコードの格納領域1214を確保して、該領域1214の特性種別格納領域1202に「対策」を格納する。

【0069】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、FB部署データベース1300を参照して、付加対象の設計ノウハウデータの部品・基板特性や不良現象に係る部署、すなわち、設計ノウハウをフィードバックすべき部署(以下、FB部署と呼ぶ)を検出し、確保した領域1214のデータ1格納領域1205に検出したFB部署を格納する(ステップ1302)。

0は、図14に示すように、設計ノウハウデータベースと同様の特性種別格納領域1402および特性名称格納領域1403に、対策部署格納領域1401が対応付けられた構成となっている。対策部署格納領域1401には、部署ごとに0または1の数値が格納されている。本実施例では、「0」は、特性と部署に関連がないことを、「1」は関連があることを表す。従って、図14に示した例における1行目のレコードは、「基板特性の材質には、設計2Gが関連していること」を示している。つまり、材質は、設計2Gで何らかの決定がされていることを示す。なお、データベース1300の検索を省略し、次のステップ1303にて部署のキーボードからの入力を受け付けるようにしてもよい。この場合には、このFB部署データベース1300をあらかじめ用意する必要がない。

【0071】つぎに、設計ノウハウ獲得部11は、ディスプレイ206に、付加対象の設計ノウハウデータに登録された不良発生傾向データと、ステップ1302において検出したFB部署とを表示して、対策内容の入力を受け付け、得られた対策内容を、ステップ1301において確保された領域1214のデータ2格納領域1206に格納する（ステップ1303）。このステップ1303において表示される入力画面は、図15（1）に示すように、不良発生傾向1501およびFB部署1502の表示された領域と、対策内容の入力を受け付ける領域1503とを備える。対策内容入力領域1503への入力は、キーボード204を介して受け付けられる。なお、図15（2）に示す入力画面を表示するようにしてもよい。

【0072】D. 設計ノウハウ提示処理

設計ノウハウ提示部12の処理手順を、図16に示す。補助入力手段204を介して、設計ノウハウの提示が指示されると、設計ノウハウ提示部12が起動される。

【0073】設計ノウハウ提示部12は、まず、補助入力手段204を介して、検索キーとなる基板や部品の特性および特性値と、検索条件との入力を受け付ける（ステップ1601）。本実施例では、複数の検索キーの入力を受け付け可能とした。このステップ1601において設計ノウハウ提示部12が画像表示装置206に表示する検索キー入力画面例を、図17（1）および（2）に示す。この検索キー入力画面は、特性種別の選択領域1701と、特性値の入力領域1702と、検索条件の選択領域1703と、検索範囲の選択領域1704とを備える。

【0074】本実施例では、図17（1）に示すように、特性種別選択領域1701がクリックされると、設計ノウハウ提示部12は、特性種別の候補を表示するウインドウ1705を表示し、表示した候補のいずれかが*

*クリックされると、該候補の特性を列挙するウインドウ1706を表示して、特性の指定を受け付ける。また、特性値入力領域1702がクリックされると、設計ノウハウ提示部12は、キーボードを介して、特性値の入力を受け付ける。検索条件選択領域1703がクリックされると、設計ノウハウ提示部12は、検索条件の候補を表示するウインドウ1706を表示し、表示した候補の選択を受け付ける。

【0075】ここで検索条件とは、「以下」「以上」「完全一致」「～を含む」等で、特性値の検索範囲を示す。

検索範囲選択領域1704は、検索対象を、蓄積されたすべての設計ノウハウデータにするか、あるいは、対策内容が登録されている設計ノウハウデータのみにするかの選択を受け付ける領域である。これは、不良発生傾向だけでは設計として何をすればよいかわからない設計者のために用意されている。

【0076】なお、図17（1）の画面の代わりに、図17（2）に示す画面を表示するようにしてもよい。この場合、設計ノウハウ提示部12は、キー入力指示領域1708がクリックされると、検索条件設定ウインドウ1709を表示する。特性種別の選択領域1701、特性値の入力領域1702、および、検索条件の選択領域1703は、このウインドウ1708に設けられており、設計ノウハウ提示部12は、上述の場合と同様にしてこれらの領域への入力を受け付け、検索キーとし、検索指示領域1710がクリックされると、該検索キーを用いて検索を開始する。

【0077】この図17（2）に示した画面は、類似度やFB部署などの入力を受け付けるための抽出範囲入力領域1711を、さらに備えている。ここで類似度が入力されると、設計ノウハウ提示部12は、つぎのステップ1602における処理において、類似度がその入力された値である設計ノウハウデータを抽出する。また、FB部署などの特性値が入力されると、設計ノウハウ提示部12は、検索範囲の設計ノウハウデータのうち、その特性値を含むもののみを、つぎのステップ1602における検索対象とする。

【0078】つぎに、設計ノウハウ提示部12は、指定された検索範囲の設計ノウハウデータごとに、該データにおける特性値と、入力された特性値との類似度を、つぎの数式（数5）および（数6）により算出し、類似度Aおよび類似度Bの少なくともいずれかが1（ステップ1601において類似度が入力された場合には、その値）である設計ノウハウデータを、類似基板の設計ノウハウデータとする。

【0079】

【数5】

$$\text{類似度A} = (\text{検索キーと一致した特性の数}) / (\text{検索キーの数}) \cdots (\text{数5})$$

類似度B＝
(検索キーと一致した特性の数) / (設計ノウハウデータの特性の数)
… (数6)

【0081】なお、類似度Aが1であることは、その設計ノウハウデータに登録された特性の中に、検索キーが全て含まれていることを示し、類似度Bが1であることは、検索キーの中にその設計ノウハウデータに登録された特性が全て含まれていることを示している。

【0082】このようにして類似する基板の設計ノウハウデータを検出した設計ノウハウ提示部12は、この検出したデータを、画像表示手段206（他の出力手段でもよい）に表示する（ステップ1603）。本実施例においてこのとき出力される設計ノウハウ提示画面例を、図18に示す。この設計ノウハウ提示画面は、検索キー表示領域1801と、検索結果である設計ノウハウデータの表示領域1802と、検索範囲選択領域1704による選択結果を表示する検索範囲表示領域1803とを備える。

【0083】本実施例によれば、検索キーとして、特性および特性値と検索条件とを入力するだけで、類似した基板における設計ノウハウを得ることができる。従って、本実施例の方法を設計初期段階で用いれば、製造不良を防止するための設計ノウハウを設計前に得ることができ、例えば、部品の選定を行うときに、不良が多く発生している部品の不良発生傾向を確認することにより、代替部品の検討をする、といった設計方法を立案することができる。

【0084】なお、本実施例では、登録された特性の中に検索キーが全て含まれているか、または、検索キーの中に登録された特性が全て含まれていることを、類似の条件としたが、この条件は、適宜変更してもよい。例えば、類似度Aまたは類似度Bが、所定の値以上であれば、類似するとし、ステップ1603における表示対象にするようにしてもよい。この場合、設計ノウハウ提示画面に、類似度の値を表示するようにすることが望ましい。

【0085】E. 不良発生予測処理

不良発生予測部13の処理手順を、図22に示す。補助入力手段204を介して、製品不良の発生予測が指示されると、不良発生予測部13が起動される。不良発生予測部13は、まず、組立情報データベース600から予測対象の製品の組立情報を、設計ノウハウデータベース1200から設計ノウハウデータを、それぞれ読み込む（ステップ2201）。なお、組立情報データベース600は、図6に示すように、基板に関する情報601～605からなるレコードと、実装される部品ごとの、部品に関する情報606～613からなるレコードとを含む。

【0086】つぎに、不良発生予測部13は、設計ノウ

ードを検索し、チェック結果テーブルを作成して、レコードの一致が検出された設計ノウハウデータの不良傾向IDと、その設計ノウハウデータにおける一致が検出されたレコード数とを格納する（ステップ2202）。なお、チェック結果テーブル2400は、図24に示すように、不良傾向IDの格納領域2401と、一致したレコードの数である一致数の格納領域2402とを備えるテーブルである。また、設計ノウハウデータに一致する組立情報のレコードとは、予測対象製品の組立情報データベースに含まれるレコードのうち、その設計ノウハウデータに登録された基板・部品特性と同じものが登録されたレコードである。

【0087】このステップ2202において、設計ノウハウデータベースに登録されたすべての設計ノウハウデータごとに行なわれる処理を、詳述する。

【0088】まず、不良発生予測部13は、設計ノウハウデータに含まれる基板特性が、処理対象の組立情報に含まれる基板特性と一致するか否か検査する。ここで、設計ノウハウデータに基板特性が含まれていなければ、基板特性は常に一致すると判断される。基板特性が一致しなければ、不良発生予測部13は、その設計ノウハウデータの処理を終了する。基板特性が一致すれば、不良発生予測部13は、処理対象の組立情報に含まれる部品のレコードごとに、それに登録された特性が、設計ノウハウデータに含まれる部品特性と一致するか否か検査する。ここで、設計ノウハウデータに部品特性が含まれていなければ、該組立情報のすべての部品レコードについて、部品特性が一致すると判断される。部品特性が一致する部品レコードがなければ、不良発生予測部13は、その設計ノウハウデータの処理を終了する。部品特性が一致する部品レコードがあれば、不良発生予測部13は、チェック結果テーブル2400の不良傾向ID格納領域2401に、その設計ノウハウデータの不良傾向IDを格納し、一致した部品レコードの数を、一致数格納領域2402に格納する。

【0089】このステップ2202における検索例を、図23を用いて説明する。ここでは、不良傾向IDが「13」で、「部品種QFP-実装面A→ブリッジ」という設計ノウハウデータ2301を用いる。なお、このデータは、＜不良傾向ID：1、特性種別：部品特性、特性名称：「部品種」、特性値：「QFP」＞というレコードと、＜不良傾向ID：1、特性種別：部品特性、特性名称：「実装面」、特性値：「A」＞というレコードと、＜不良傾向ID：1、特性種別：「不良現象」、不良現象：「ブリッジ」＞というレコードとからなり、「部品種QFPの部品を実装面Aに実装した製品におい

設計ノウハウを表している。

【0090】ステップ2202において、不良発生予測部13は、基板特性が含まれていないことから、組立情報データベース600の部品レコード群から、この設計ノウハウデータの部品特性「部品種QFP-実装面A」と同じ内容の部品レコード2302、2303を検索する。図23に示した例では、2件あるので、この不良傾向「D13」の設計ノウハウデータにおける一致数は「2」となる。

【0091】最後に、不良発生予測部13は、チェック結果テーブル2400に登録された内容と、ステップ2201で読み込んだ設計ノウハウデータとから、発生が予測される不良の一覧表を作成し、画像表示装置206（または他の出力手段）に出力する（ステップ2203）。ここで出力される予測表示画面例を、図25に示す。この予測表示画面は、組立情報データベース600から読み込まれた組図番号601を表示する領域2501と、レコードの一致が見られた設計ノウハウデータの数（すなわち、チェック結果テーブル2400の行数）を表示する領域2502と、レコードの一致が見られた設計ノウハウデータの内容を表示する領域2502とを備える。本実施例では、この領域2502には、設計ノウハウデータに登録された不良現象、基板特性、部品特性、重要度、FB部署および対策内容と、一致したレコードの数とが表示される。

【0092】この方法により、実装設計終了時に製造不良の発生予測チェックを行えば、設計者、製造工程管理者などが製品の製造前に製造不良の発生予測情報を得ることができるため、その予測に応じて適宜対策を採ることが可能になる。

【0093】なお、本実施例のステップ2202では、設計ノウハウデータベース1200に登録されたすべての設計ノウハウデータがチェックされるが、対策内容の登録されている設計ノウハウデータのみをチェックするようにしてもよい。また、設計ノウハウ提示部12のステップ1601における処理と同様に、チェック対象を、すべてのデータにするか、対策内容の登録されたデータにするかの指示入力を受け付けるようにしてもよい。

【0094】F. 管理・対策支援処理
管理・対策支援部14の処理手順を、図26に示す。補助力手段204を介して、管理・対策の支援が指示されると、管理・対策支援部14が起動される。なお、管理・対策支援機能を使用する際には、設計支援システムを、各FB部署に設置された端末（図示せず）に、通信回線（図示せず）によりあらかじめ接続しておく。

【0095】管理・対策支援部14は、設計ノウハウデータベース1200から設計ノウハウデータを読み込み（ステップ2601）、表示形式の指定を補助力手段

ノウハウデータを画像表示装置206（または他の出力手段）に出力する（ステップ2602）。

【0096】本実施例では、このステップ2602において表示されるデータ形式は、設計ノウハウ獲得部11によりステップ1303において表示される対策内容入力画面（図15（1）または（2）に図示）と同様の形式の対策内容表示画面と、グラフ形式の不良件数表示画面との2種類である。

【0097】グラフ形式が指示されると、このステップ2602において管理・対策支援部14は、集計対象の入力を受け付け、入力された集計対象に該当する設計ノウハウデータを対象にして、登録されたすべての特性および特性ごとの不良件数を集計し、グラフ表示する。

【0098】ここで表示されるグラフ形式の不良件数表示画面は、図27に示すように、グラフ表示領域2700と、表示切り替え領域2701とを備える。この表示切り替え領域2701がクリックされると、管理・対策支援部14は、特性種別の候補を表示するウインドウ2702を表示し、候補の選択を受け付ける。いずれかの候補が選択されると、管理・対策支援部14は、その特性種別に応じた特性の候補を表示するウインドウ2703を表示し、候補の選択を受け付ける。ここで入力の終了が指示されると、管理・対策支援部14は、選択された特性種別を、表示切り替え領域2701に表示して、その特性種別が登録された設計ノウハウデータを集計対象とする。また、いずれかの特性候補が選択されると、管理・対策支援部14は、その特性に応じた特性値の候補を表示するウインドウ2704を表示し、候補の選択を受け付け、選択された候補に応じた特性および特性値を、表示切り替え領域2701に表示して、その特性および特性値が登録された設計ノウハウデータを集計対象とする。

【0099】このグラフ形式の不良件数表示画面によれば、特定の特性における不良発生傾向を把握できる。例えば、図27に示した例では、「実装密度90%の基板に搭載されている部品種B1にブリッジ不良が50件発生している」という不良発生傾向がわかる。

【0100】対策内容表示画面は、図15（1）または（2）に示した対策内容入力画面と同様に、不良発生傾向表示領域1501およびFB部署表示領域1502を備えるが、対策内容入力領域1503の代わりに、対策内容が表示される領域を備える。管理・対策支援部14は、設計ノウハウデータベース1200に登録された、FB部署および対策内容の登録されたすべての設計ノウハウデータの内容を、不良発生傾向表示領域1501に表示し、設計ノウハウデータの選択を受け付け、選択された設計ノウハウデータに登録されたFB部署および対策内容を、FB部署表示領域1502および対策内容表示領域に表示する。

の組合せが引き起こす不良現象が把握できる。例えば、図15(1)に示した例では、「実装密度70%で部品種10の実装位置左上に未はんだが30件発生している」という不良発生傾向がわかる。

【0102】つぎに、管理・対策支援部14は、補助入力手段204を介して指示の入力を受け付け、対策指示することが指示されれば(ステップ2603)、設計ノウハウデータの内容を、該データに登録されたFB部署に通信回線(図示せず)を介して通知する(ステップ2604)。ここで通知される設計ノウハウデータは、不良件数表示画面表示中であれば、設計ノウハウデータベース1200に保持された、FB部署および対策内容を備えるすべての設計ノウハウデータであり、対策内容表示画面表示中であれば、該画面にFB部署および対策内容が表示されている(すなわち、ステップ2602において選択された)設計ノウハウデータである。

【0103】この管理・対策支援部14により、設計ノウハウデータベースを製造工程管理や、対策作業指示に利用することができ、試作段階や量産時に責任部署へ迅速な対策作業指示を行うことが可能になる。

【0104】G. 本実施例の効果

本実施例によれば、製造不良を防止するための設計ノウハウを、製造工程で発生した不良の実績データと、製品の組立情報データとから抽出することができ、設計ノウハウの情報を蓄積したデータベースを自動的に構築することができる。従って、次製品の設計者などのユーザは、この作成された設計ノウハウデータベースを参照することにより、容易に設計ノウハウを知得することができる。このため、本実施例によれば、製品設計前に類似製品の設計ノウハウを得ることができ、設計後に、設計した組立情報データと設計ノウハウデータベースとに基づき、製品の不良発生を予測することができる。また、本実施例の設計支援システムは、設計ノウハウデータ(すなわち不良発生傾向)を関連部署に通知することができるため、本実施例のシステムによれば、予測される不良に対する対策の作業指示を関連部署に対して容易に行うことができる。

【0105】＜実施例2＞実施例1において作成された設計ノウハウデータベースは、CAD(計算機援用設計)システムにおいて用いることができる。本実施例では、この設計ノウハウデータベースを参照するCADシステムについて、プリント板設計業務への適用を例にとって説明する。

【0106】始めに、図19を用いてプリント板設計業務の一例を説明する。プリント板設計は、方式設計、回路設計、実装設計に大別される。方式設計(ステップ1902)、回路設計(ステップ1903)では、製品企画(ステップ1901)に基づき、回路図の作成、使用部品の決定が行われる。設計された回路図、使用部品は

の入力データとなる。実装設計(ステップ1904)では、回路図に基づき部品の配置および配線の設計が行われる。実装設計終了後、設計結果は、組立図面および組立情報として出力され(ステップ1905)、プリント板実装ラインへの作業指示に用いられる。

【0107】本実施例のCADシステムは、実施例1の設計支援システムと同様のハードウェア構成を有する情報処理装置であり、外部記憶装置201に、製品企画、方式設計および回路設計(ステップ1901～1903)において作成された製品仕様データおよび部品データを保持する製品仕様データベース191と部品データベース192とを備え、さらに、回路設計(ステップ1903)において作成された設計CADデータを保持する設計CADデータベース193と、設計ノウハウデータを保持する設計ノウハウデータベース1200と、組立情報を保持するための組立情報データベースとを備える。

【0108】なお、部品データ192は、図21に示すように、使用部品名2101と、部品の種類を表す部品種2102と、実装方式を表す実装形態2103と、極性の有無を表す極性2104と、部品の形状のタイプおよび寸法を表す部品形状2105とで構成される、部品の実装設計に必要なデータである。

【0109】本実施例では、このCADシステムは、実装設計(ステップ1904)の際に用いられ、設計中の基板および使用部品の特性と、設計ノウハウデータの基板特性あるいは部品特性とを比較し、その特性および特性値が一致した場合、その設計ノウハウデータをCADシステムの画像表示装置に表示する。

【0110】本実施例のCADシステムにおける設計ノウハウの表示処理の流れを、図20を用いて説明する。

【0111】CADシステム端末2001に、部品2002を操作する信号2003が入力されると、CADシステムは、部品データ192を検索し、操作が指示された部品2002の部品特性・特性値を読み込む(ステップ2004)。つぎに、CADシステムは、設計ノウハウデータベース1200から設計ノウハウデータを読み込み、ステップ2004で読み込んだ部品2002の特性および特性値と同じ部品特性および特性値を含む設計ノウハウデータを検出する(ステップ2005)。続いて、CADシステムは、検出した設計ノウハウデータを、設計ノウハウ2007としてCADシステム端末2001に表示する(ステップ2006)。

【0112】以上の方法により、CADシステムのユーザである設計者は、実装設計中に、製造不良防止のための設計ノウハウを獲得できる。なお、操作中の部品が部品配置を完了している場合に、その情報を部品2002の特性(実装位置)および特性値(実装座標)として付加するようにすれば、ステップ2005において特性・

部品の実装位置をも比較するようにできる。

【0113】本実施例によれば、設計ノウハウデータベースを用いて、製造不良を防止するための設計ノウハウを参照しながら、CADシステムによる製品設計を行うことができる。なお、本実施例と実施例1とを組み合わせ、設計ノウハウ獲得機能と、CAD機能とを併せ持つ設計支援システムとしてもよい。

【0114】

【発明の効果】本発明によれば、設計ノウハウ、すなわち、過去に設計された製品における該製品または該製品を構成する各要素の特性および特性値と、その特性・特性値に関連して発生したと考えられる不良現象別不良発生件数とを、容易に知得することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の設計支援システムの機能構成図である。

【図2】 実施例1の設計支援システムのハードウェア構成図である。

【図3】 プリント板実装ラインの例を示す工程図である。

【図4】 設計ノウハウ獲得処理を示す流れ図である。

【図5】 不良実績データベースのデータ構造例を示す説明図である。

【図6】 組立情報データベースのデータ構造例を示す説明図である。

【図7】 部品形状タイプの例を示す説明図である。

【図8】 不良傾向抽出処理を示す流れ図である。

【図9】 不良件数テーブルのデータ構造例を示す説明図である。

【図10】 部品不良件数テーブルおよびグループ別不良不良発生傾向テーブルのデータ構造例および編集例を示す説明図である。

【図11】 基板・部品特性別不良発生傾向テーブルのデータ構造例および編集例を示す説明図である。

【図12】 設計ノウハウデータのデータ構造例を示す説明図である。

【図13】 対策内容の付加処理を示す流れ図である。

【図14】 FB部署データベースのデータ構造例を示*

*す説明図である。

【図15】 対策内容入力画面例を示す説明図である。

【図16】 設計ノウハウ提示処理を示す流れ図である。

【図17】 検索キー入力画面例を示す説明図である。

【図18】 設計ノウハウ表示画面例を示す説明図である。

【図19】 プリント板設計業務例を示す工程図である。

【図20】 CADシステムにおける設計ノウハウ表示処理を示す流れ図である。

【図21】 部品データのデータ構造例を示す説明図である。

【図22】 不良発生予測処理を示す流れ図である。

【図23】 不良発生予測部における設計ノウハウデータの検索処理を示す説明図である。

【図24】 チェック結果テーブルのデータ構造例を示す説明図である。

【図25】 不良発生予測画面例を示す説明図である。

【図26】 管理・対策支援処理を示す流れ図である。

【図27】 グラフ形式の不良件数表示画面例を示す説明図である。

【符号の説明】

10…設計支援システム、11…設計ノウハウ獲得部、12…設計ノウハウ提示部、13…不良発生予測部、14…管理・対策支援部、191…製品仕様データベース、192…部品データベース、193…設計CADデータベース、194…組立図、201…磁気ディスク装置、202…処理装置、203…フロッピーディスク、204…キーボード、205…プリンタ、206…ディスプレイ、500…不良実績データベース、600…組立情報データベース、900…不良件数テーブル、1010…部品不良件数テーブル、1020…グループ別不良不良発生傾向テーブル、1100…基板特性別不良発生傾向テーブル、1200…設計ノウハウデータベース、1300…FB部署データベース、2001…CAD端末、2400…チェック結果テーブル。

【図9】

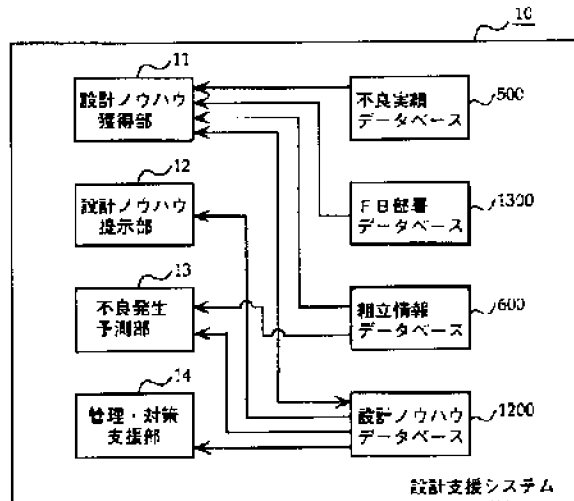
図9

	F1	...	Fj	...	Fn
B1	C11	...	C1j	...	C1n
	⋮				
Bi	Chi	...	Cij	...	Cin
	⋮				
Bm	Cmi	...	Cmj	...	Cmn

〜 900

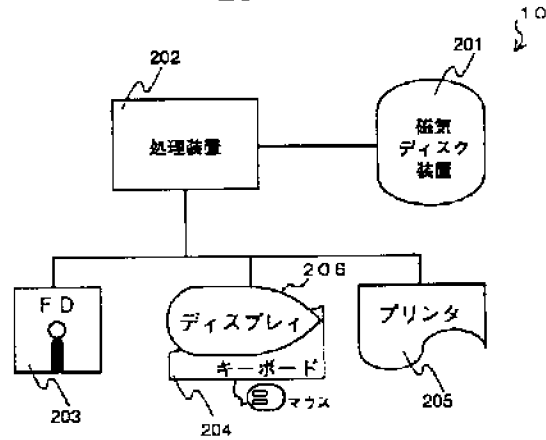
【図1】

図1



【図2】

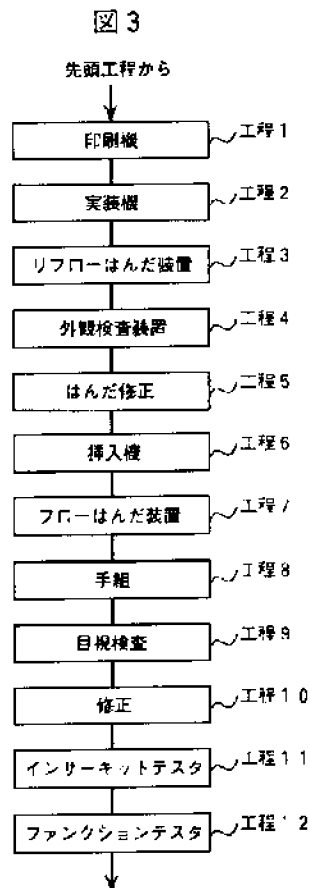
図2



【図7】

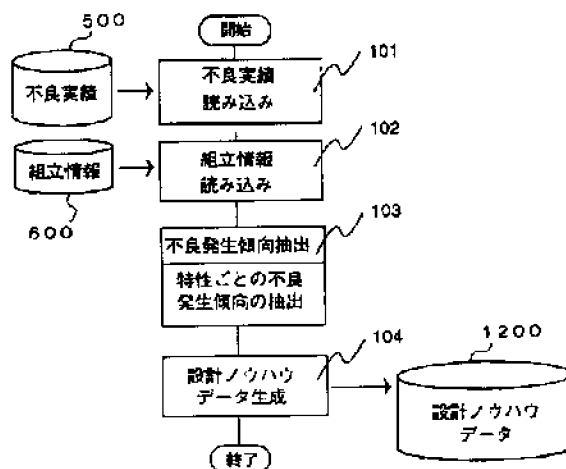
図7

【図3】



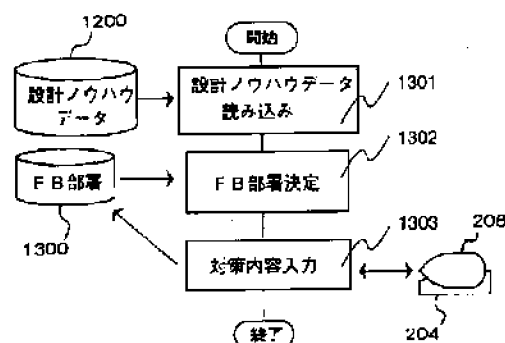
【図4】

図4



【図13】

図13



タイプ	部品形状
1	
2	
	⋮

【図5】

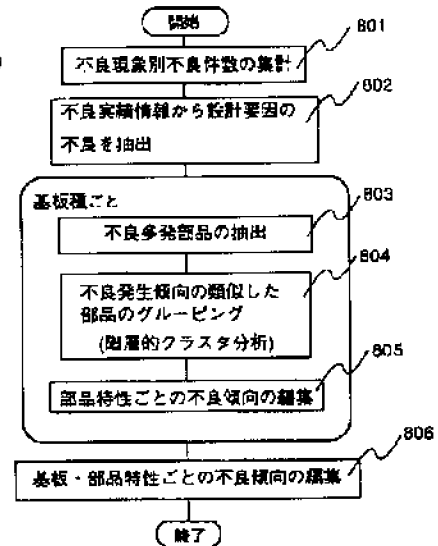
図5

500

No	組図#	シリアル No.	不良部 品名	実装位置	検査工程	発見日	不良現象	不良 原因	検 率
1	KUMI01	SIL001	BUHI:5	10,125	XX工程	92/5/6/16:20	未はんだ	マスク ずれ	40
2	KUMI02	SIL002	BUHI16	20,128	XX工程	92/5/6/16:21	未はんだ	極置 故障	70
				⋮					

【図8】

図8



【図6】

図6

600

組 図 #	基 板 名	材質	基 板 サ イ ズ				実 装 部 品				
KUMI01	KIBAN01	X	400X200				2000				
使用部品名	部品 種	実装 位置	実装工程	実装面	実装 方向	極性	部 品 形 状				
BUHI15	QFP	10,125	XX工程	A	1	あり	タイプ	縦	横	高さ	リード長
BUHI16	SOP	20,128	XX工程	B	2	なし	3	12	8	8	0.5

606 607 608 609 610 611 612

【図10】

図10

基板α

101D

グループ 番号	部 品	部品特性			不良現象別不良件数		
		部品種	実装位置	サイズ	F1	F2	F3
1001	B1	A1	L1	S1	10		10
	B2	A1	L1	S2			
1002	B3	A2	L2	S2		10	
	B4	A3	L3	S3			



基板α

102Q

グループ番号	部 品	部品特性			不良現象別不良件数		
		部品種	実装位置	サイズ	F1	F2	F3
1001	A1	L1			10		10
1002						10	

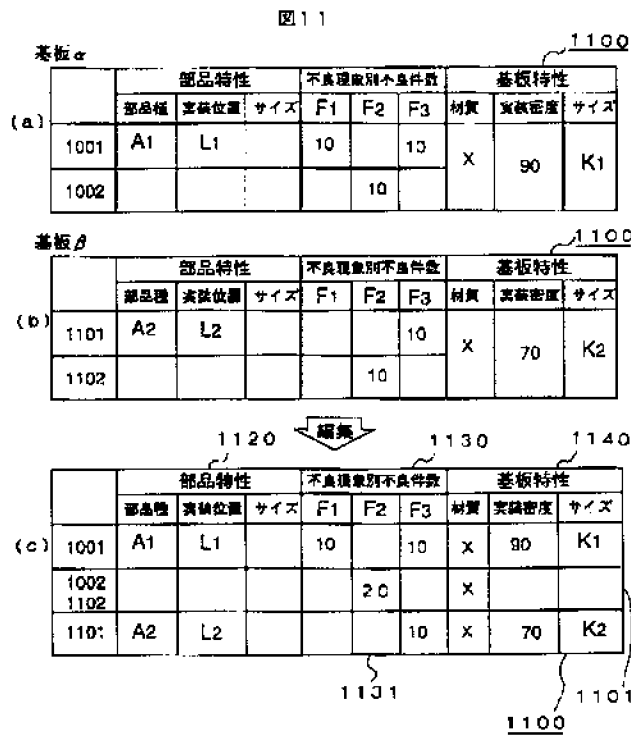
【図14】

図14

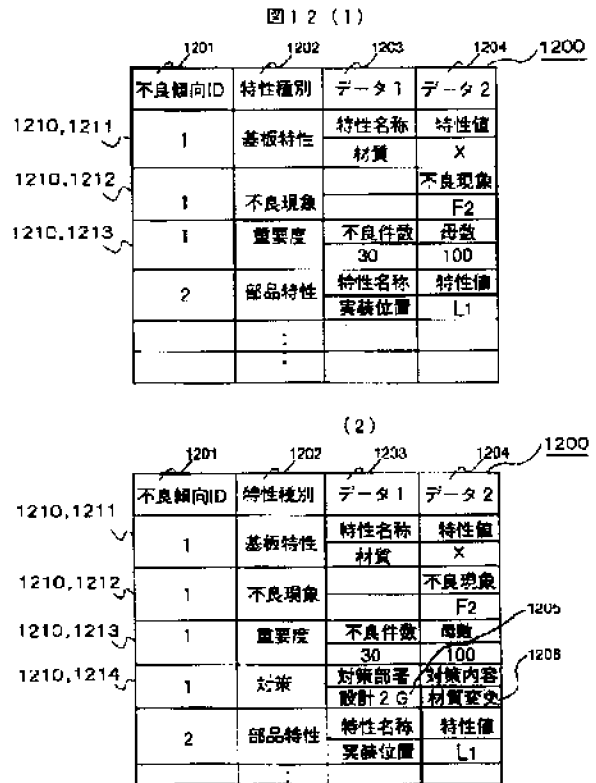
1402 1403 1400 1401

特性種別	特性名称	封新部署			
		設計1G	設計2G	...	
基板特性	材質	0	1		
⋮					
部品特性	実装位置	1	0		
⋮					
不良現象	不良現象	1	1		
⋮					

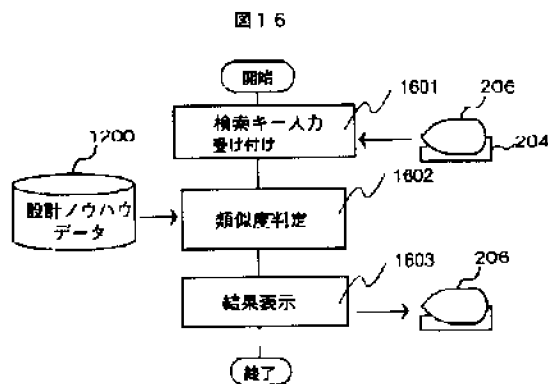
【図11】



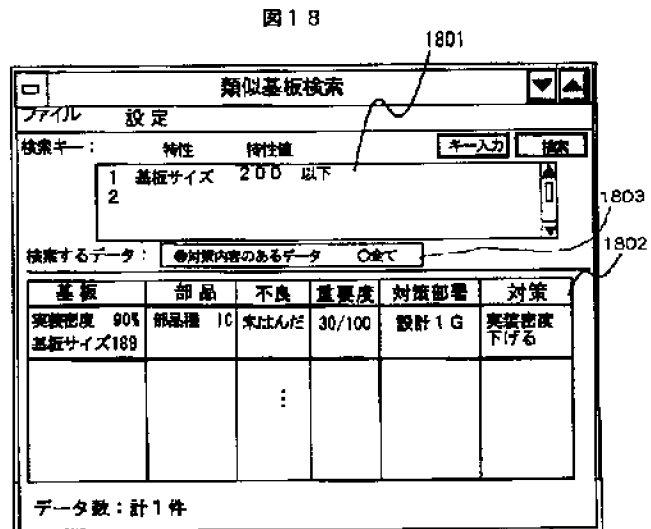
【図12】



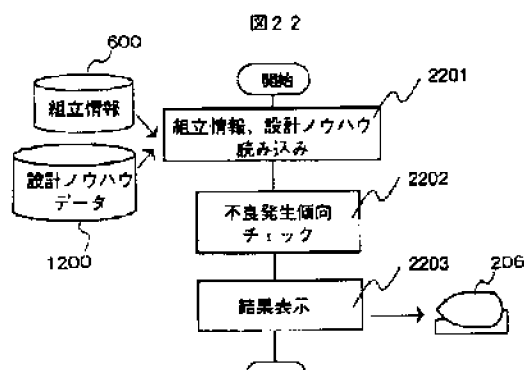
【図16】



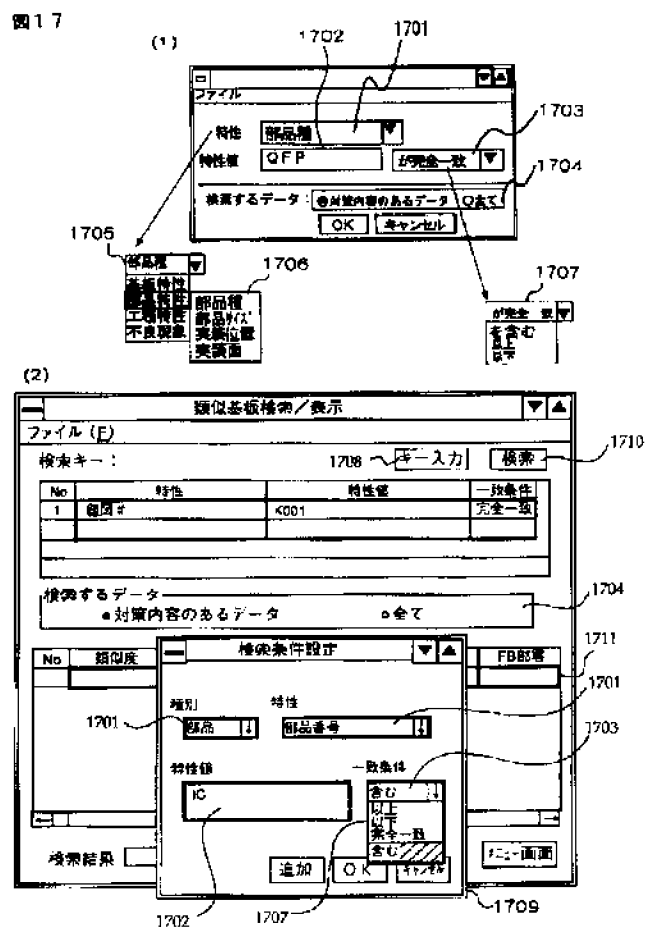
【図18】



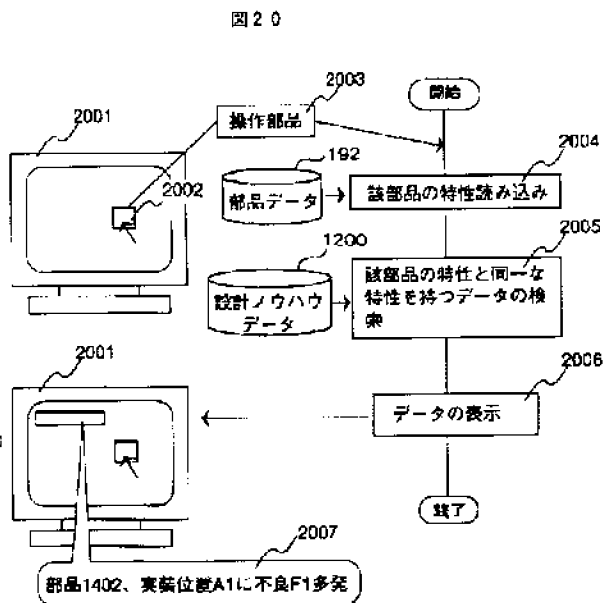
【図22】



【图 1-7】



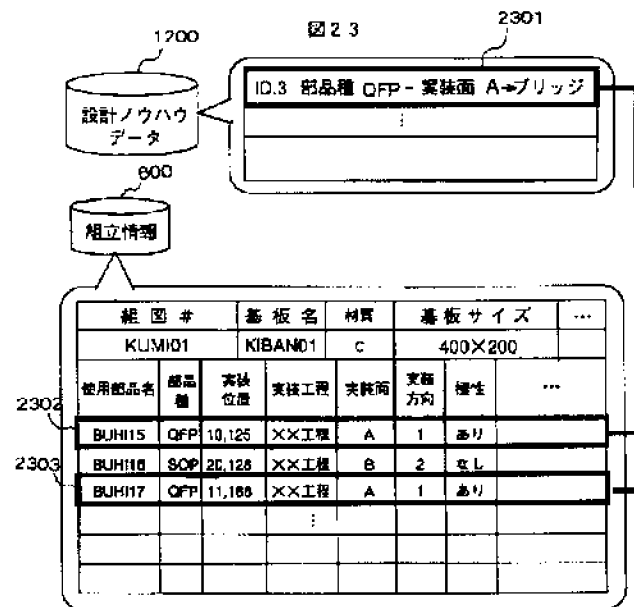
【x 2 0】



【例 2 1】

[illegible]

【例 23】



【图 2-4】

図 2 4

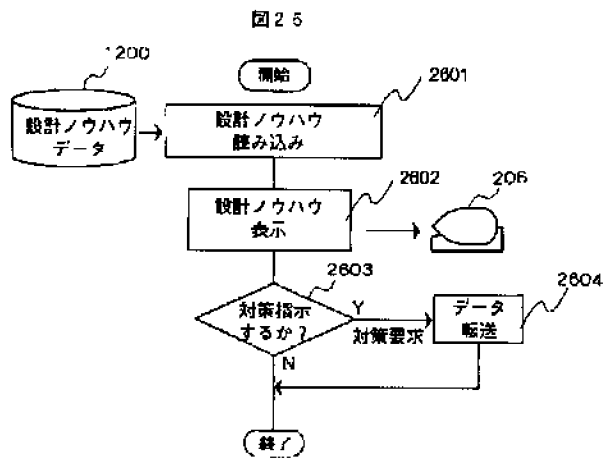
不良傾向ID	一致数
3	2
⋮	

【例 2 5】

图 25

不良		一致数	基板	部品	重要度	対策部署	対策
ブリッジ	2		部品種 QFP 実装面 A	41/105	設計 1 G	部品間隔 確保	
未はんだ	1	材質 C	部品種 IG	30/100	設計 1 G	実装密度 下げる	
			:				

【図26】



【図27】

